

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-047152  
(43)Date of publication of application : 21.02.1995

---

(51)Int.Cl. A63B 49/10  
B32B 5/00  
B32B 5/14

---

(21)Application number : 05-195891 (71)Applicant : ASAHI CHEM IND CO LTD  
(22)Date of filing : 06.08.1993 (72)Inventor : OBARA KAZUYUKI

---

## (54) FIBER-REINFORCED RESIN RACKET FRAME

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a fiber-reinforced resin racket frame which is excellent in vibration attenuation property, better in ball hitting touch and free from environmental change while keeping a sufficient practical strength, rigidity and durability.

CONSTITUTION: In this fiber-reinforced resin racket frame comprising a fiber-reinforced thermosetting resin and a fiber-reinforced thermoplastic resin, an area where a thermosetting resin and a thermoplastic resin or the thermosetting resin, the thermoplastic resin and a reinforced fiber are mixed exists on the boundary between the fiber-reinforced thermosetting resin and the fiber-reinforced thermoplastic resin.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-47152

(43)公開日 平成7年(1995)2月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 3 B 49/10

B 3 2 B 5/00

5/14

B 7421-4F

7421-4F

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全7頁)

(21)出願番号

特願平5-195891

(22)出願日

平成5年(1993)8月6日

(71)出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72)発明者 小原 和幸

滋賀県守山市小島町515番地 旭化成工業  
株式会社内

(54)【発明の名称】 繊維強化樹脂製ラケットフレーム

(57)【要約】

【目的】 充分な実用的強度、剛性、耐久性を有しながら、振動減衰性が優れており、打球感が良くかつ使用環境に依り変化しない繊維強化樹脂製ラケットフレームを提供する。

【構成】 繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂とからなる繊維強化樹脂製ラケットフレームにおいて、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂と強化繊維が混在する領域が存在することを特徴とする繊維強化樹脂製ラケットフレーム。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂とからなる繊維強化樹脂製ラケットフレームにおいて、少なくとも繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂が混在することを特徴とする繊維強化樹脂製ラケットフレーム。

【請求項2】 繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂とからなる繊維強化樹脂製ラケットフレームにおいて、少なくとも繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂と強化繊維が混在することを特徴とする繊維強化樹脂製ラケットフレーム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、テニス、バトミントン、スカッシュ等に使用するラケットを構成するフレームに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ラケットフレームは繊維強化樹脂製のものがその軽量性、高剛性、高強度、耐久性等の特徴を生かして主流になってきている。それに用いられる強化用繊維の形態としては、長繊維、短繊維、ウィスカ一等が、マトリックス樹脂としては、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂が主流であるが、一部でナイロン、ポリフェニレンエーテル等の熱可塑性樹脂が使用されている。

【0003】 通常、ラケットフレームは炭素繊維の様な高強度、高弾性率の繊維で強化された熱硬化性樹脂から一体的に成形されている。この材料は剛性が高く優れたものであるが、衝撃を受けた時に振動が発生しやすく、人にテニスエルボー等の傷害を与え易い。近年、強化用繊維として長繊維を使用した繊維強化熱可塑性樹脂製のラケットフレームも一部に見られ、熱可塑性樹脂の有する韌性の高さを反映して、従来の熱硬化性樹脂製ラケットフレームでは達し得なかった耐衝撃性、振動減衰性などの特性が得られている。しかし、一般に熱可塑性樹脂は熱硬化性樹脂に比較し、弾性率の環境依存性が大きく、ラケットフレームの使用環境に依り、剛性等の特性が変化し易いという欠点がある。

【0004】 特開平1-121074号公報には、振動の減衰作用の高い長繊維強化熱可塑性樹脂と特性の環境依存性が小さい長繊維強化熱硬化性樹脂とからなるラケットフレームを形成する事が開示されている。マトリックス樹脂として熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂を使用する場合、必ずしも両樹脂の親和性が高いとは限らず、両樹脂の界面における接着性が充分でない場合も生ずる。従って、両樹脂の界面における接着性を確保するために、両樹脂の親和性、界面の構造を充分に制御する必要がある。

【0005】 しかしながら、特開平1-121074号公報には、長繊維強化熱硬化性樹脂が硬化する際、長繊

維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂が溶融ないし軟化するため、密着性が高くなるとの記載しかなく、衝撃を繰り返しうけるラケットフレームの耐久性を充分に確保できる界面の接着性が得られるとはいひ難い。さらに熱可塑性樹脂の融点ないし軟化点が熱硬化性樹脂の硬化温度より低い場合、耐熱性に劣るラケットフレームとなる可能性がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、充分な実用的強度、剛性、耐久性を有しながら、振動減衰性が優れており、打球感が良くかつ使用環境に依り特性が変化しない繊維強化樹脂製ラケットフレームを提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のラケットフレームは繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂とからなる繊維強化樹脂製ラケットフレームにおいて、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂と強化繊維が混在する領域が存在することを特徴とする繊維強化樹脂製ラケットフレームである。

【0008】 本発明における繊維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂としては、エポキシ樹脂不飽和ポリエスチル樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂をはじめ各種の熱硬化性樹脂を使用できるが中でも、エポキシ樹脂が好ましい。本発明における繊維強化熱硬化性樹脂の強化繊維は、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、炭化珪素繊維、アルミニウム繊維など公知の高強度、高弾性率繊維が単独または組み合わせて用いられるが、強化効率、軽量化の観点から炭素繊維が最も好ましく用いられる。強化繊維としては長繊維、短繊維、ウィスカ一等が利用できるが、強化効率の点から長繊維が好ましく用いられる。

【0009】 本発明における繊維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂としては、ポリオレフィン樹脂、ポリエスチル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、ポリオキシメチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂などを用いる事ができる。これらは共重合体、アロイ、ブレンド、コンパウンドに成っていても良い。

【0010】 繊維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂の融点または軟化点は繊維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂が硬化前の状態で最低粘度となる温度以上である事が好ましく、更に該最低粘度となる温度以上、300℃以下である事が好ましい。成形温度、成形時の界面制御、成形体の物性により上記温度範囲が好ましい。吸水によるラケットフレームの特性変化を抑制するため

に、繊維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂のASTM D570に依り測定した吸水率が1.5%以下、更に好ましくは0.5%以下である事が好ましい。

【0011】繊維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂としては、融点、吸水率が上記範囲であり、更にガラス転移点が室温以下で、室温における振動減衰性が熱可塑性樹脂の中でも特に優れるポリプロピレン樹脂、酸化クラッキングにより変性したポリプロピレン樹脂、酸変性ポリプロピレン樹脂、ポリプロピレン樹脂または酸化クラッキングにより変性したポリプロピレン樹脂または酸変性ポリプロピレン樹脂を成分とする共重合体、アロイ、ブレンド、コンパウンドが好ましく使用される。特に他樹脂及び強化繊維との接着性に優れる酸化クラッキングにより変性したポリプロピレン樹脂、酸変性ポリプロピレン樹脂、酸化クラッキングにより変性したポリプロピレン樹脂または酸変性ポリプロピレン樹脂を成分とする共重合体、アロイ、ブレンド、コンパウンドが好ましく使用される。

【0012】本発明における繊維強化熱可塑性樹脂の強化繊維は、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、炭化珪素繊維、アルミナ繊維など公知の高強度、高弾性率繊維が単独または組み合わせて用いられるが、強化効率、軽量化の観点から炭素繊維が最も好ましく用いられる。強化繊維としては長繊維、短繊維、ウィスカ一等が利用できるが、強化効率の点から長繊維が好ましく用いられる。長繊維とは実質的に連続した繊維及び長さ5mm以上の不連続繊維のことである。強化長繊維の形態としては実質的に繊維長方向を一方向に引き揃えて配列した物、織物、ランダムマット等が使用でき、実質的に繊維長方向を一方向に引き揃えて配列した物が、最も効果的にマトリックス樹脂を強化でき、好ましい。

【0013】繊維強化熱可塑性樹脂の成形材料としては不連続長繊維、短繊維、ウィスカ一等を含有した熱可塑性樹脂ペレット、ランダムマットに熱可塑性樹脂を含浸したいわゆるスタンピングシート、長繊維織物に熱可塑性樹脂を含浸した物、実質的に繊維長方向を一方向に引き揃えて配列した物に熱可塑性樹脂を含浸した物、強化長繊維と熱可塑性長繊維を引き揃えたまたは混織した繊維束を組み紐形態としたものや、すだれ状の形態にしたもの、縫糸に強化長繊維または上記の強化長繊維と熱可塑性長繊維を引き揃えた、または混織した繊維束を使用し、横糸に熱可塑性長繊維を使用して製造した織物、実質的に繊維長方向を一方向に引き揃えて配列した強化長繊維集合体と熱可塑性繊維のシートからなる複合シートであって、該熱可塑性繊維が該シートを構成する強化長繊維の間に入り込んで交絡一体化している複合シート、該複合シートを円筒形の組み紐状に加工した物等が使用できる。ハンドリング性の良さ、成形時の熱可塑性樹脂の含浸性の良さ、強化効率の高さから、実質的に繊維長方向を一方向に引き揃えて配列した強化長繊維集合体と

熱可塑性繊維のシートからなる複合シートであって、該熱可塑性繊維が該シートを構成する強化長繊維の間に入り込んで交絡一体化している複合シート、該複合シートを円筒形の組み紐状に加工した物を利用する事が好ましい。上記各種の繊維強化熱可塑性樹脂の成形材料を製造する方法は公知の方法を利用できる。

【0014】本発明においては、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂が同一のラケットフレームに同時に存在する事が必要である。繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の存在様式は特に限定されない。

例えば、フレーム部が繊維強化熱可塑性樹脂で、グリップ部が繊維強化熱硬化性樹脂とする様式、またはフレーム部が繊維強化熱硬化性樹脂で、グリップ部が繊維強化熱可塑性樹脂とする様式が挙げられる。また、ラケットフレームの断面において、内層から発泡合成樹脂-繊維強化熱可塑性樹脂-繊維強化熱硬化性樹脂の順序で積層された、または発泡合成樹脂-繊維強化熱硬化性樹脂-繊維強化熱可塑性樹脂の順序で積層された存在様式、内層から熱可塑性樹脂チューブ-繊維強化熱可塑性樹脂-繊維強化熱硬化性樹脂の順序で積層された、または熱可塑性樹脂チューブ-繊維強化熱硬化性樹脂-繊維強化熱可塑性樹脂の順序で積層された存在様式、内層から繊維強化熱可塑性樹脂-繊維強化熱硬化性樹脂の順序で積層された、または繊維強化熱硬化性樹脂-繊維強化熱可塑性樹脂の順序で積層された存在様式が例示される。上記ラケットフレームの断面における存在様式がラケットフレーム全長にわたって存在しても良く、ラケットフレームの一部、例えばセレーム部またはグリップ部のみに存在しても良い。もちろん、存在様式は上記例示に限定されない。

【0015】存在様式としては、繊維強化熱可塑性樹脂の有する振動減衰性、耐衝撃性を生かし、繊維強化熱硬化性樹脂の耐環境性を最大限に生かすために、フレーム部に繊維強化熱可塑性樹脂を用いるのが好ましく、さらにフレーム部外層に繊維強化熱可塑性樹脂を用いるのが特に好ましい。本発明で最も肝要な点は、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂と強化繊維が混在する事である。混在する事に依り、接着性が必ずしもいいとは限らない繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の接着性が大幅に向上し、両樹脂間での剥離等による破壊強度が向上する。従って、ラケットフレームとしての耐久性、耐衝撃性も向上する。

【0016】繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界で熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、強化繊維を混在させる方法としては、フレーム部を繊維強化熱可塑性樹脂で、グリップ部を繊維強化熱硬化性樹脂で作製した後、接着剤で接合する方法において、接着剤として相溶性の熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂が分子レベルで混在した物、或いは溶融状

態では相溶しているが、硬化または凝固が進行すると相分離する樹脂の組み合わせで、ミクロ相分離構造を持つ様に混在させた物を用いれば良い。また該樹脂同志とウイスカーや、短纖維等の強化纖維を混練した接着剤を用いても良い。非相溶性の熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂がマクロレベルで混在し、海島構造、ドメイン構造等をとっているアロイ、ブレンドを接着剤として用いても良いし、更に強化纖維を混練して接着剤としても良い。海島構造、ドメイン構造を制御し、両樹脂間の接着性を高めるために、相溶剤を併用しても良い。用いる熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂はそれぞれ纖維強化熱硬化性樹脂と纖維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂と同種の樹脂を用いる事が好ましい。

【0017】また、別の混在方法としては、予め多孔構造を持つ発泡体やスパンボンド法、メルトブロー法、スパンレース法等で得られた網目構造を有する不織布等を成形前の纖維強化熱硬化性樹脂と纖維強化熱可塑性樹脂の境界に配置し、該多孔構造、網目構造内に熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を含浸させて混在部分を造る方法もある。成形前の纖維強化熱硬化性樹脂や纖維強化熱可塑性樹脂がもともと多孔構造、網目構造を持つものであれば、その境界に別の発泡体や不織布を配置させなくても、混在部分を得ることができるので好ましい。発泡体や不織布等を構成する樹脂は、熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂でも又、強化纖維を含む熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂でも良いが、熱可塑性樹脂または纖維強化熱可塑性樹脂が好ましい。

【0018】より具体的には、耐熱性チューブ（例えばシリコーンゴム、フッソゴムなどの大きな伸びを有するゴムチューブやポリイミド、バラ配向アラミドなどの不融耐熱性重合体のチューブなど）を芯材にし、該耐熱性チューブに纖維強化熱可塑性樹脂を被覆し、さらに、その外層に連通多孔性の熱可塑性樹脂シート、纖維強化熱硬化性樹脂で被覆した後、金型内にセットし、耐熱性チューブに液体または気体を送り圧力をかけるとともに成形材料を加熱成形し、耐熱性チューブを取り除く方法が挙げられる。連通多孔性の熱可塑性樹脂シートは纖維強化熱可塑性樹脂のマトリックス樹脂と同種の樹脂である事が好ましい。連通多孔に纖維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂が含浸するためには、連通多孔性の熱可塑性樹脂は融点または軟化点が纖維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂が硬化前の状態で最低粘度となる温度以上である事が好ましく、更に該最低粘度となる温度以上、300°C以下である事が好ましい。連通多孔に纖維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂が含浸しそぎ、纖維強化熱可塑性樹脂にまで達すると多孔性シートを配置した効果が低下するので、成形条件を最適化するとともに、硬化前の纖維強化熱硬化性樹脂のマトリックス樹脂は一定昇温速度で加熱しながら粘度測定した際、30°Cでの粘度と最低粘度との比が100以下、好ましくは5

0以下、更に好ましくは10以下である事が好ましい。このような樹脂は、公知の増粘効果を有する成分或いは粒子を適量添加する事で得られる。例えば、エアロジルの添加による増粘により、所望の樹脂が得られる。30°Cにおける粘度は1000~50000ボイズ、好ましくは5000~20000ボイズである。熱硬化性纖維強化樹脂の室温でのハンドリング性と硬化時の流動挙動制御を両立させるには上記粘度であることが好ましい。上記した接着剤を用いる方法では、このような問題はおこらないので、粘度比を特に限定する必要はない。連通多孔性の熱可塑性樹脂シートの代わりに網目構造を有する不織布を用いても良い。

【0019】耐熱性チューブの代わりに発泡合成樹脂、熱可塑性樹脂チューブを芯材として用いても良い。芯材へ被覆する順序は上記例示の順序に限定されるものではない。実質的に纖維長方向を一方向に引き揃えて配列した強化長纖維集合体と熱可塑性纖維のシートからなる複合シートであって、該熱可塑性纖維が該シートを構成する強化長纖維の間に入り込んで交絡一体化している複合シートで、該熱可塑性纖維のシートが網目構造を有する不織布である複合シート、該複合シートを円筒形の組み紐状に加工した物を纖維強化熱可塑性樹脂の成形材料として用いる事は好ましく、この場合、予め多孔構造、網目構造とした熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を成形前の纖維強化熱硬化性樹脂と纖維強化熱可塑性樹脂の境界に配置する必要はない。さらに熱可塑性纖維のシートを強化長纖維集合体の片面のみに配し交絡一体化した、片面で強化長纖維が露出した複合シートを用いると、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂の両方が強化長纖維集合体に含浸するため、熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂と強化長纖維が混在した領域ができ、優れた接着性が得られ、特に好ましい。

#### 【0020】

【実施例】以下実施例により本発明を説明するが、本発明は、実施例により限定されるものではない。尚表1、2に以下の方法により得られた各ラケットフレームの特性を示す。

- 1) : フレーム部頭部とグリップ部を固定し、グリップ部上部に曲げ荷重を加えた時の曲げ破壊強度。
- 2) : ハンマーでフレーム部を叩いた時、グリップ部で検出される振幅が初期振幅の1/10になるまでの時間の逆数。
- 3) : 1.5mの高さからフレーム部を下にして落下させた時、破壊するまでの落下回数。
- 4) : クリップ部を固定し、ラケットフレーム部先端の変位が30mmとなるように荷重を繰返し加えて破壊するまでの回数。

#### 【0021】

【実施例1、2】図1に示すテニス用ラケットフレームにおいて、フレーム部2を炭素纖維を30wt%混練し

たポリブチレンテレフタレート樹脂を用い、シリンド温度260℃、射出圧力1000kg/cm<sup>2</sup>、金型温度70℃で射出成形した。また、グリップ部を炭素繊維強化エポキシ樹脂を用い、空気で10kg/cm<sup>2</sup>加圧し、160℃×20分で硬化させ、内圧成形した。エポキシ樹脂に相溶の共重合ポリエステル樹脂を20wt%混合した接着剤で上記フレーム部とグリップ部を接合して、ラケットフレームを作製した。(実施例1)さらに上記接着剤に気相成長法炭素繊維(繊維径0.1μm、繊維長20μm)を10wt%混練した接着剤で上記フレーム部とグリップ部を接合して、ラケットフレームを作製した。(実施例2)

## 【0022】

【比較例1】接着剤としてエポキシ樹脂を単独で用いた以外は実施例1と同様にして、ラケットフレームを作製した。

## 【0023】

【実施例3】シリコンチューブに炭素繊維強化エポキシ樹脂プリプレグをシートワインディング法で被覆した後、フレーム部2に相当する部分にマレイン酸変性ポリプロピレン樹脂のメルトブロー法による不織布を被覆し、更に実質的に繊維長方向を一方向に配列した炭素繊維集合体にマレイン酸変性ポリプロピレン樹脂を溶融含浸したシートをフレーム部2に相当する部分にシートワインディング法で被覆した。

【0024】このプリフォームをラケットフレーム金型に装着した。シリコンチューブの両端より10kg/mm<sup>2</sup>の空気圧をかけ、200℃で20分加熱した後、130℃で30分加熱してラケットフレームを作製した。シリコンチューブは室温まで冷却した後、ラケットフレームから取り除いた。炭素繊維強化エポキシ樹脂プリプレグのマトリックス樹脂は最低粘度を示す温度が約120℃であり、30℃での粘度と最低粘度の比が約2.5であるため、200℃までの昇温過程で軟化流動して、上記不織布の網目構造内に含浸するが最低粘度が高い為、繊維強化熱可塑性樹脂シートまでは到達せず不織布内に留まる。さらに約160℃で該不織布と繊維強化熱可塑性樹脂シートのマトリックス樹脂が溶融し一体化する。従って、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界に網目構造に由来する三次元的に熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂が絡まりあって混在する領域が生成する。

【0025】図2にラケットフレームのフレーム部A-Aの断面、図3に繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界の拡大模式図を示す。

## 【0026】

【比較例2】マレイン酸変性ポリプロピレン樹脂のメルトブロー法による不織布を被覆しない以外は実施例3と同様にしてラケットフレームを作製した。繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂は明瞭な界面を示し、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の混在する領域は存在しな

かった。

## 【0027】

【実施例4、5】シリコンチューブに炭素繊維強化エポキシ樹脂プリプレグをシートワインディング法で被覆した後、更に実質的に繊維長方向を一方向に配列した炭素繊維集合体にマレイン酸変性ポリプロピレン樹脂のメルトブロー法による不織布を両面に配置し(実施例4)または、片面のみに配置し(実施例5)、高圧水流により炭素繊維集合体の間にマレイン酸変性ポリプロピレン樹脂の繊維が入り込んで一体化した複合シートをフレーム部2に相当する部分にシートワインディング法で被覆した。このプリフォームをラケットフレーム金型に装着した。シリコンチューブの両端より10kg/mm<sup>2</sup>の空気圧をかけ、200℃で20分加熱した後、130℃で30分加熱してラケットフレームを作製した。シリコンチューブは室温まで冷却した後、ラケットフレームから取り除いた。炭素繊維強化エポキシ樹脂プリプレグのマトリックス樹脂は最低粘度を示す温度が約120℃であり、30℃での粘度と最低粘度の比が約2.5であった。

実施例4では200℃までの昇温過程で該マトリックス樹脂が軟化流動して、上記不織布の網目構造内に含浸するが最低粘度が高い為、熱可塑性繊維強化樹脂シート内の炭素繊維までは到達せず不織布内に留まる。さらに約160℃で繊維強化熱可塑性樹脂シートのマトリックス樹脂が溶融し、炭素繊維内に含浸するとともに、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂が一体化する。従って、繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界に網目構造に由来する三次元的に熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂が絡まりあって混在する領域が生成する。実施例5では炭素繊維が露出した繊維強化熱可塑性樹脂シートの炭素繊維露出面に繊維強化熱硬化性樹脂プリプレグが接しているため、三次元的に熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂が絡まりあって混在する領域に炭素繊維も共存し、より強固な境界が形成される。図4に実施例5における繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界の拡大模式図を示す。

## 【0028】

【比較例3】炭素繊維強化エポキシ樹脂のみでラケットフレームを作製した。

## 【0029】

【発明の効果】本発明は、繊維強化熱可塑性樹脂が有する優れた振動減衰性、耐衝撃性を充分生かしながら、繊維強化熱硬化性樹脂の有する優れた耐環境性等の特性を損なうことなく存在させるために、境界の成分、構造を制御する事で境界の接着性及び強度を大幅に向上させる物である。従って、本発明の繊維強化樹脂製ラケットフレームは充分な実用的な強度、剛性、耐久性を有しながら、振動減衰性が優れており、内球感が良くかつ使用環境に依り変化しない。

【表1】

		強度 <sup>1)</sup>		振動減衰性 <sup>2)</sup>		耐衝撃性 <sup>3)</sup>		耐久性 <sup>4)</sup>	
		20℃	40℃	20℃	40℃	20℃	40℃	20℃	40℃
実施例	1	103	90	99	104	119	110	106	98
実施例	2	103	93	97	100	122	116	111	104
比較例	1	100	81	100	104	100	92	100	85

物性は全て比較例1、20℃の物性を100とした相対値である。

【0031】

\* \* 【表2】

		強度 <sup>1)</sup>		振動減衰性 <sup>2)</sup>		耐衝撃性 <sup>3)</sup>		耐久性 <sup>4)</sup>	
		20℃	40℃	20℃	40℃	20℃	40℃	20℃	40℃
実施例	3	96	90	395	425	136	140	128	134
実施例	4	98	92	389	420	140	147	130	135
実施例	5	100	92	371	406	149	155	140	143
比較例	2	97	90	360	410	120	122	115	117
比較例	3	100	92	100	110	100	103	100	98

物性は全て比較例3、20℃の物性を100とした相対値である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】テニスラケットの正面図である。

【図2】実施例3におけるA-A線断面図である。

【図3】実施例3におけるA-A線断面図の繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界の拡大模式図である。

【図4】実施例5におけるA-A線断面の繊維強化熱硬化性樹脂と繊維強化熱可塑性樹脂の境界の拡大模式図である。

【符号の説明】  
1 ラケットフレーム

2 フレーム部

3 グリップ部

4 繊維強化熱硬化性樹脂

5 繊維強化熱可塑性樹脂

6 热硬化性樹脂

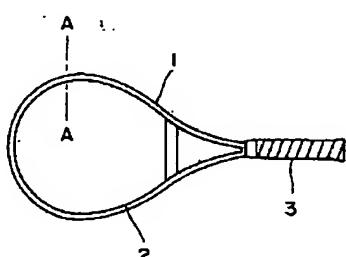
7 热可塑性樹脂

8 炭素繊維

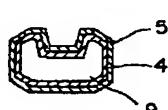
9 中空部

10 热硬化性樹脂、热可塑性樹脂又は热硬化性樹脂、热可塑性樹脂、炭素繊維が混在している領域

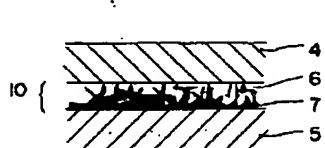
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

